

PENGARUH PENAMBAHAN 2,5% Ti-B TERHADAP SIFAT MEKANIK POROS BERULIR (SCREW) BERBAHAN DASAR 40% ALUMINIUM BEKAS DAN 60% PISTON BEKAS

Putri Rachmawati¹, Andika Wisnujati²

^{1&2}Program Vokasi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

¹Email: putri.rachmawati@vokasi.umi.ac.id

Jl. Ringroad Barat, Tamantirto, Kasihan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, D.I.Yogyakarta

ABSTRACT

Soybean miller machine is an innovative machine that makes it easy for tempeh producers. This machine uses a threaded shaft (screw), making it easier for tempeh producers in producing more hygienic tempeh easy and fast threaded shaft (screw) is made of aluminium alloy metal.

This research study is intended to find the ideal alloy as material for the manufacture of threaded shaft (screw). This research study used a mixture of 40% aluminium profil and 60% of used pistons with 2.5% Ti-B (Titanium-Baron) as a smooth refiner. The mold used is a metal mold (die casting) with a mold temperature heating of 200°C.

The test to know the mechanical properties of the aluminium alloy is tensile and hardness test. Based on the test results of the test is that the specimen with heating temperature of 200°C produces a maximum tensile stress of 148.08 MPa, while for vickers hardness testing yields an average hardness of 95.1 Kg/mm². The results of the experiments using heating temperature of 200°C and 400°C obtained microstructure on aluminium alloy casting specimens with 2.5% Ti-B addition, the most eventually formed phase in all specimens was Aluminium (Al) phase.

Keywords: Aluminium alloy, Threaded shaft (Screw), mechanic properties

I. PENDAHULUAN

Mesin pengupas kedelai adalah sebuah alat atau mesin yang memiliki fungsi untuk mengupas kulit dari kedelai sekaligus memecah kedelai menjadi dua. Mesin ini menggunakan poros berulir (Screw) sehingga dengan inovasi mesin pengupas kedelai akan memudahkan para produsen tempe, karena cara kerja proses yang sederhana dan mampu menghemat biaya produksi.

Poros berulir (Screw) ini terbuat dari logam paduan aluminium. Aluminium merupakan salah satu bahan *non ferro* yang sangat banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, baik pada kalangan industri besar dan kecil maupun pada kalangan rumah tangga. Aluminium mempunyai sifat yang sangat menguntungkan yaitu: ringan (1/3 berat baja, tembaga, kuningan), tahan korosi sehingga dapat digunakan di hampir segala lingkungan seperti di lingkungan atmosfer, air (termasuk air garam), minyak dan banyak zat kimia lainnya. Aluminium

memiliki tingkat konduktivitas listrik dan panas yang tinggi dan tahan terhadap serangan korosi di berbagai lingkungan, termasuk pada temperatur ruang, memiliki struktur FCC (*Face Centerd Cubic*), tetapi memiliki kelemahan di kondisi temperatur rendah serta memiliki temperatur lebur 660°C. Aluminium adalah suatu logam yang secara termodinamika adalah logam yang reaktif.

Komponen otomotif, umumnya menggunakan proses pengecoran dengan cetakan pasir karena mempunyai keuntungan yaitu biaya produksinya murah, namun kelemahan dari metode pengecoran ini kualitas produk yang dihasilkan masih banyak ditemukan cacat pengecoran seperti penyusutan (*shrinkage*), retak panas dan sifat mekanis yang rendah sehingga mengurangi kualitas produk (Brown, 1999).

Komposisi paduan dan pemilihan proses pada saat pengecoran dapat mempengaruhi struktur mikro dari aluminium paduan. Struktur mikro dapat

dirubah dengan penambahan unsur tertentu dari paduan Al-(Al-Si) yang dapat memperbaiki sifat mampu cor (*castability*), sifat mekanis dan mampu mesin yang baik (*machinability*). Ukuran butir dari aluminium paduan tergantung pada jumlah inti yang terbentuk dalam logam cair sebelum dimulainya solidifikasi. Titanium pada umumnya ditambahkan ke dalam logam cair sebesar 0,02 sampai 0,15%. Ti-B ini berfungsi sebagai penghalus butir (*grain refiner*). Ti-B sangat penting sekali dalam memperbaiki sifat dari aluminium paduan seperti sifat mekanis, mengurangi porositas, lebih tahan terhadap retak panas (*hot cracking*), merubah struktur dan memperbaiki hasil akhir pada permukaannya.

Penelitian ini menggunakan paduan aluminium profil (Al) dengan komposisi berat 40% dan piston bekas (Al-Si) 60%, dengan menggunakan proses cetakan logam (*die casting*) dengan suhu cetakan 200°C dan 400°C dengan penambahan unsur Ti-B (Titanium – Baron) pada paduan 2,5% sebagai penghalus butir. Penggunaan kedua bahan tersebut diharapkan dapat diketahui sifat mekanis dengan melakukan pengujian tarik dan kekerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses pengecoran pada paduan aluminium dengan penambahan unsur Ti-B sebesar 2,5% menggunakan cetakan logam (*die casting*).

II. LANDASAN TEORI

Penelitian tentang paduan Al-Si telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Sulung Andi F, (2005) meneliti paduan 75%Al - 25%Si dengan menggunakan dapur lebur atau krusibel. Pengecoran aluminium paduan dengan variasi tekanan angin 0, 3, 4 dan 5 Psi menggunakan kompresor dan didapatkan hasil yang lebih baik pada tekanan 5 Psi yaitu 13,66 Kg/mm² sedangkan tanpa tekanan didapatkan hasil 10,15 Kg/mm². Selanjutnya dengan adanya tekanan pada saat proses pengecoran akan meningkatkan

nilai kekerasan sebesar BHN 163 Kg/mm² dan juga mencegah adanya porositas atau cacat pada hasil coran, hal tersebut terjadi karena pemberian tekanan pada saat proses pengecoran mengakibatkan cairan logam mendapat tekanan yang merata sehingga coran yang terbentuk akan lebih padat dan udara yang ada di dalam cetakan dipaksa keluar sehingga meminimalkan adanya porositas.

Gazanion, dkk (2002) menyarankan bahwa agar tidak terlalu lama menahan logam cair dalam dapur, karena akan terjadi penggumpalan dan pengendapan dari penghalus butir Ti-B sebelum dituang ke cetakan. Penambahan penghalus butir Ti-B pada paduan Al-Si mempengaruhi bentuk pori, karena Ti-B mempengaruhi proses solidifikasi sehingga merubah bentuk morfologi *dendrite*, yakni dari bentuk *columnar* ke bentuk *equiaxed*. Dimana pori tumbuh pada batas butir dan menghasilkan pori berbentuk bulat. Ti-B sebagai penghalus butir tidak terlalu signifikan mempengaruhi sifat fluiditas logam cair.

Tabel 1. Komposisi Paduan Aluminium

No. Seri	Komposisi Paduan
1xxx	Aluminium Murni
2xxx	Paduan Aluminium - Tembaga
3xxx	Paduan Aluminium - Mangan
4xxx	Paduan Aluminium-Silicon
5xxx	Paduan Aluminium-Magnesium
6xxx	Paduan Aluminium-Magnesium-Silicon
7xxx	Paduan Aluminium-Seng
8xxx	Paduan Aluminium-Timah-Litium
9xxx	Disiapkan Dipenggunaan Dimasa Depan

Hafiz, (2016) menganalisa penambahan unsur Ti-B (Titanium-Baron) sebanyak 0,02% pada paduan aluminium 50%Al – 50%(Al-Si) menggunakan cetakan pasir (*sand casting*) pada 2 jenis

variasi pemanasan suhu cetakan yaitu 200°C dan 300°C. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dan fisis paduan aluminium tersebut yaitu pengujian tarik (*Tensile Strength*), kekerasan (*Hardeness*), dan metalografi dengan mikroskop optik. Hasil pengujian maksimum terjadi pada bahan paduan Al-Si dengan penambahan Ti-B 0,02% dan dengan pemanasan suhu cetakan 200°C menghasilkan tegangan tarik maksimum sebesar 618,8 N/mm², sedangkan untuk pengujian kekerasan (*Vickers Hardness Number*) menghasilkan angka kekerasan sebesar 103 Kg/mm², dan untuk hasil metalografi diperoleh data struktur yang terbentuk adalah fase hypereutectic silikon yang membentuk fasa silikon primer. Fasa tersebut memberikan ketahanan aus yang tinggi.

Supriyadi A dkk, (2011) menganalisa pengaruh variasi penambahan Ti-B pada bahan ADC 12 menggunakan proses pengecoran High Pressure Die Casting (HPDC) terhadap peningkatan kualitas bahan hasil coran sebagai bahan sepatu rem sepeda motor. Tahapan yang peneliti lakukan adalah pembuatan cetakan logam, merakit cetakan logam pada mesin HPDC, penyiapan material, peleburan, variasi penambahan Grain refiner Ti-B, 0,04%, 0,08%, 0,12%, 0,16%, 0,2%, 0,24%, penuangan pada temperatur cetakan 200°C, temperatur tuang 7000C dan tekan injeksi 7MPa, pemeriksaan coran, analisa kekuatan coran dengan uji tarik dan kekerasan. Dari hasil pengamatan dan analisa pengujian didapatkan bahwa pada penambahan Ti-B 0,08% dihasilkan kekuatan tarik sebesar 300 N/mm² dan kekerasan 78,5 HRB hasil ini merupakan sifat mekanik yang paling baik dibandingkan apabila tidak mendapatkan penambahan inoculan Ti-B.

Aluminium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relatif rendah dan lunak. Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya. Umumnya aluminium

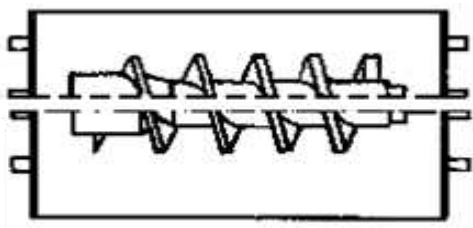
dicampur dengan logam lainnya sehingga membentuk aluminium paduan. Material ini dimanfaatkan bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan industri, konstruksi, dan lain sebagainya. (Surdia, 1992).

Titanium adalah sebuah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ti dan nomor atom 22. Unsur ini merupakan logam transisi yang ringan, kuat, berkilau, tahan korosi (termasuk tahan terhadap air laut, aqua regia, dan klorin) dengan warna putih-metalik-keperakan. Ti-B ini berfungsi sebagai penghalus butir (*grain refiner*). TiB sangat penting sekali dalam memperbaiki sifat dari aluminium paduan seperti sifat mekanis, mengurangi porositas, lebih tahan terhadap retak panas (*hot cracking*), merubah struktur dan memperbaiki hasil akhir pada permukaannya (Brown, 1999). Umumnya pada paduan Al-Si ditambahkan penghalus butir Ti-B sebagai inoculan, ada beberapa jenis penghalus butir baru yang diperkenalkan seperti Ti-B ataupun Ti-C yang setiap penghalus butir tersebut mempunyai ciri dan manfaat yang spesifik (ASM *Speciality Handbook Aluminium*, 1993).

Cetakan yang biasa digunakan pada pengecoran logam adalah cetakan logam. Cetakan logam umumnya sering digunakan karena porositas yang terjadi lebih sedikit bila dibandingkan dengan cetakan pasir. Pada penuangan, logam cair mengalir melalui pintu cetakan, maka bentuk pintu cetakan harus dibuat sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran logam cair. Pada umumnya logam cair dituangkan dengan pengaruh gaya berat, walaupun dapat juga dipergunakan tekanan pada logam cair selama atau setelah penuangan. Pengecoran cetak adalah suatu cara pengecoran dimana logam cair ditekan ke dalam cetakan logam dengan tekanan tinggi.

Untuk membuat coran, harus dilakukan beberapa proses seperti pencairan, pembuatan cetakan, penuangan, pembongkaran dan pembersihan coran.

Untuk mencairkan logam bermacam-macam dapur yang dipakai. Umumnya kupola (dapur induksi frekwensi rendah) dipergunakan untuk besi cor, dapur busur listrik (dapur induksi frekwensi tinggi) digunakan untuk baja tuang dan dapur krus untuk paduan tembaga atau coran paduan ringan, karena dapur ini dapat mengolah logam cair yang baik dan sangat ekonomis untuk logam-logam tersebut. Cetakan pasir jarang digunakan karena kemungkinan terjadinya porositas lebih besar. (Hafiz, 2016).



Gambar 1. Pola Cetakan

A. Aluminium Alloy

Alumunium merupakan salah satu logam non ferrous. Aluminium dalam bentuk paduan yang sering dikenal dengan istilah aluminium alloy merupakan jenis aluminium yang digunakan cukup besar saat ini. Dalam sektor perindustrian, alumunium dikembangkan dengan begitu pesat. Dan dapat diolah menjadi berbagai macam produk dengan lebih ekonomis. Alumunium merupakan logam ringan dengan berat jenis 2.643 g/cm³ dan titik cairnya 660°C.

Bauksit adalah salah satu sumber alumunium, dan banyak terdapat didaerah Bintan dan Kalimantan. Bauksit dapat diolah dengan proses bayer untuk mendapatkan alumina yang selanjutnya diolah kembali untuk mendapatkan alumunium. Untuk menghasilkan 500 Kg alumunium diperlukan 550 Kg bauksit, 450kg NaOH, 31.5 ton H₂O dan 7.5 ton uap. Bauksit dapat juga diolah menggunakan proses elektrolisa. Untuk 1 kg alumunium diperlukan 4 kg bauksit, 0.6kg karbon, dan criolit.

B. Pengecoran Logam

Pengecoran logam merupakan salah satu ilmu pengetahuan tertua yang dipelajari oleh umat manusia. Ilmu pengecoran logam terus berkembang dengan pesat. Berbagai macam metode pengecoran logam telah ditemukan dan terus disempurnakan, diantaranya adalah *centrifugal casting*, *investment casting*, dan *sand casting* serta masih banyak lagi metode-metode lainnya. Pengecoran adalah membuat komponen dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan ke dalam cetakan. Bahan di sini dapat berupa *metal* maupun *non-metal*. Untuk mencairkan bahan diperlukan *furnace* (dapur kupola). *Furnace* adalah sebuah dapur atau tempat yang dilengkapi dengan *heater* (pemanas). Bahan padat dicairkan sampai suhu titik cair dan dapat ditambahkan campuran bahan seperti *chrome*, silikon, titanium, aluminium dan lain-lain agar bahan menjadi lebih baik.

Aplikasi dari proses pengecoran sangat banyak salah satunya dapat ditemukan dalam pembuatan komponen permesinan. Proses pengecoran dilakukan melalui beberapa tahap mulai dari pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetakan. Hasil pengecoran disebut dengan coran atau benda cor. Proses pengecoran bisa dibedakan atas 2 yaitu proses pengecoran dan proses pencetakan. Proses pengecoran tidak menggunakan tekanan sewaktu mengisi rongga cetakan sedangkan proses pencetakan adalah logam cair ditekan agar mengisi rongga cetakan. Cetakan untuk kedua proses ini berbeda dimana proses pengecoran cetakan biasanya dibuat dari pasir sedangkan proses pencetakan, cetakannya dibuat dari logam. Proses pengecoran logam akan menghasilkan aluminium dengan sifat – sifat yang diinginkan. Aluminium murni memiliki sifat mampu cor dan sifat mekanis yang tidak baik, maka dipergunakanlah aluminium *alloy* untuk memperbaiki sifat

tersebut. Beberapa elemen *alloy* yang sering ditambahkan diantaranya tembaga, magnesium, mangan, nikel, silikon dan sebagainya.

C. Pengujian kekerasan

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain:

1) Pengujian kekerasan vickers.

Yang dimaksud dengan kekerasan adalah daya tahan suatu bahan (permukaan bahan) terhadap penetrasi atau indentasi (penusukan atau pemasukan) bahan lain yang lebih keras, dengan bentuk tertentu dibawah pengaruh daya tertentu. Pengujian ini didasari pada kemampuan permukaan untuk menerima beban dari mesin uji kekerasan. Dengan diketahui kekerasan suatu benda maka dapat diketahui gambaran tentang kekuatan benda tersebut. Pengujian kekerasan dimaksudkan untuk mengetahui harga kekerasan benda uji pada beberapa bagian kemudian akan diketahui distribusi kekerasan dari benda uji tersebut, sehingga nanti bisa didapatkan hasil kekerasan terbaik melalui pengujian kekerasan vickers ini. Pengujian dilakukan dengan mesin uji keras (Vickers Hardness Testing Machine) dengan cara melakukan penekanan pada sampel menggunakan penekan berbentuk piramida intan yang dasarnya bujur sangkar. Besarnya sudut puncak identor piramida intan 136° .

Penyiapan benda uji pada pengujian ini adalah sama dengan penyiapan benda uji struktur mikro, dimana diperlukan permukaan yang halus untuk mempermudah dalam pengambilan titik uji. Pengujian kekerasan sistem vickers juga berdasarkan atas kedalaman penetrasi, namun dalam perhitungan yang digunakan adalah diameter bekas penetrasi. Penetrator yang digunakan berbentuk piramida bersudut puncak 136° dengan pembebanan 30 kg. Bekas injakan penetrator diamati dengan menggunakan mikroskop untuk diukur panjang diagonal rata-rata injakan penetrator.

Besarnya angka kekerasan dihitung berdasarkan persamaan:

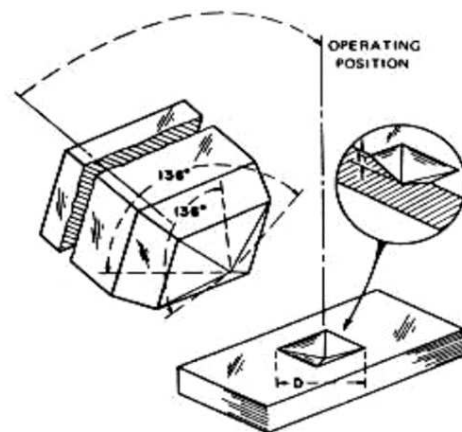
VHN = Vickers Hardness Number

P = Beban yang digunakan (kg)

D = Panjang diagonal rata- rata (mm)

Θ = Sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136°

$$VHN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2}$$



Gambar 2. Skematis Prinsip indentasi dengan metode kekerasan vickers



Gambar 3. Alat uji kekerasan vickers (Vickers Hardness Tester)

Langkah pengujian kekerasan vickers adalah:

1. Benda uji disiapkan untuk dilakukan uji kekerasan.
2. Benda uji diletakkan pada landasan yang sesuai.
3. Meletakkan penetrator pada benda uji.
4. Memberikan pembebanan sebesar 30 Kg.
5. Menunggu saat pembebanan selama kira-kira 15 menit.
6. Mengangkat pembebanan dari permukaan bahan.
7. Melihat hasil uji kekerasan yang ditampilkan pada layar monitor.
8. Mengulangi pengujian seperti langkah-langkah diatas sebanyak 9 kali pada tempat yang berbeda-beda.
9. Panjang diagonal diukur dengan skala pada mikroskop pengukur jejak.

Hasil identifikasi uji vickers yang berbentuk persegi empat dapat dilihat melalui perbesaran pada mikroskop:
 Pembesaran 50: 1 milimeter 18 strip
 Pembesaran 100: 1 milimeter 36 strip
 Pembesaran 200: 1 milimeter 72 strip

2) Pengujian struktur mikro

Pengamatan perubahan struktur mikro akibat pengaruh variasi suhu cetakan diamati dengan pengujian metalografi yang dilakukan pada spesimen uji. Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk mengamati struktur mikro pada paduan Al-Si + Ti-B, terutama untuk mengamati perubahan struktur mikro dari material yang diakibatkan dari proses peleburan dengan menggunakan variasi suhu cetakan. Penyiapan spesimen untuk pengujian struktur mikro sama dengan persiapan untuk pengujian kekerasan vickers. Penyiapan spesimen dilakukan dengan cara memotong spesimen, kemudian dibingkai dengan resin dan selanjutnya dilakukan pengamplasan kemudian pemolesan serta pemberian larutan kimia (etsa). Pengamplasan dilakukan dengan kertas amplas yang bertingkat kekasarannya

sedangkan pemolesan dilakukan dengan autosol dan kain bludru. Sampel yang telah mengkilap dietsa dengan larutan kimia yaitu dengan menggunakan NaOH + H₂O 50%, untuk tahap selanjutnya diamati struktur mikronya dengan menggunakan mikroskop optik.



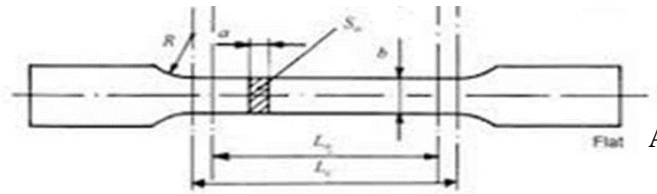
Gambar 4. Mikroskop optik (*Metallurgical Microscope Invertgo Tipe*)

3) Pengujian tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari spesimen. Sifat mekanik yang dipelajari adalah kekuatan tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik, tegangan luluh dan regangan pada bahan pembuatan poros berulir (screw). Urutan proses pengujian tarik yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan panjang (L_0) dan diameter awal (d_0).
2. Kemudian benda uji diletakkan pada mesin uji tarik pada alat penjepit.
3. Akibat gaya/beban tarik yang diberikan pada benda uji, maka benda uji akan mengalami pertambahan panjang dan pada saat beban tertentu benda uji akan putus.
4. Mengamati dan mencatat besarnya beban yang diterima oleh benda uji dan dicatat sebagai beban maksimum.
5. Mengukur pertambahan panjang yang dialami benda uji setelah

benda uji yang patah tersebut disambung kembali.



Gambar 5. Bentuk spesimen untuk pengujian tarik model pelat

Kekuatan tarik merupakan kemampuan bahan untuk menerima beban tarik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik, dengan cara menjepit sampel dengan kuat dan beban diberikan secara kontinyu sampai sampel tersebut putus. Sifat-sifat mekanis yang diharapkan untuk diketahui adalah kekuatan (tegangan) tarik, kekuatan luluh dan regangan dengan perhitungan menggunakan rumus berikut:

σ_u : Tegangan tarik (N/mm²)

P_u : Beban tarik (kN)

A_o : Luas penampang tarik mula-mula (mm²)

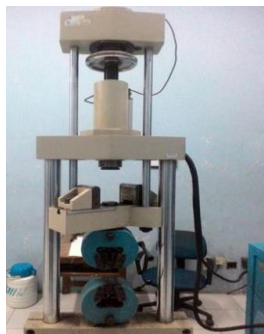
$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_o}$$

ε : Regangan (%)

L_o : Panjang awal spesimen (mm)

L : Panjang akhir spesimen (mm)

$$\varepsilon = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100\%$$



Gambar 6. Alat pengujian tarik (*Universal Testing Material*)

III. METODE PENELITIAN

A. Alat Penelitian

Beberapa alat yang digunakan antara lain:

1. Timbangan digital digunakan untuk uji *density*
2. Mesin uji tarik *Servopulser* Shimadzu, digunakan untuk menguji tarik dari suatu material.
3. Mesin uji kekerasan, menggunakan uji kekerasan mikro *vickers* untuk mengetahui kekerasan bahan.

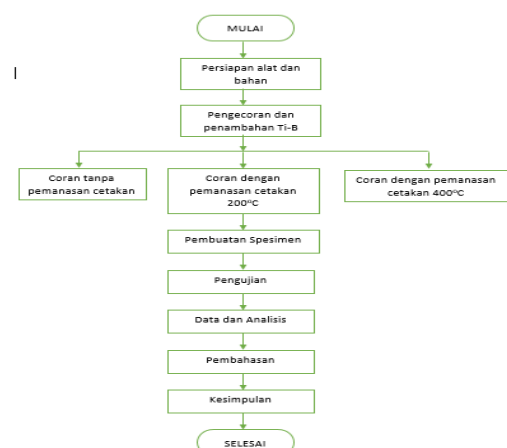
B. Bahan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini digunakan adalah aluminium profil bekas dan aluminium paduan Si yang diambil dari piston bekas. Inokulan sebagai penghalus butir menggunakan penambahan unsur TiB.

C. Tempat Penelitian

Pelaksanaan pembuatan bahan (*specimen*) pengecoran dilakukan di IKM Pengecoran Logam dan UPT Logam, Nitikan, Yogyakarta. Pengujian bahan dilakukan di laboratorium bahan, Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

D. Alur Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir proses penelitian

E. Metode

Dalam penelitian ini dilakukan proses pengecoran aluminium profil dan aluminium dari piston bekas yang mengandung unsur silikon dengan penambahan unsur Ti-B sebagai penghalus butir. Pengujian yang dilakukan adalah sifat mekanik dengan suhu logam 200 °C dan 400°C.

F. Proses Pengecoran

Langkah awal sebelum proses pengecoran adalah membuat pola atau cetakan dari logam (*die cast*). Penentuan kup, drag dan permukaan pisah harus mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

- Pola harus mudah dikeluarkan dari cetakan
- Penempatan inti harus mudah dan dibuat secara teliti
- Sistem saluran harus dapat mengalirkan logam cair dengan mudah dan hasilnya optimum.

Bahan-bahan yang dipakai untuk pembuatan pola adalah logam besi cor. Dalam hal tertentu atau pemakaian khusus.

Proses peleburan dimulai dengan memasukkan bahan baku aluminium. Setelah aluminium mencair, kemudian dimasukkan potongan-potongan piston bekas dan Ti-B sebesar 2,5% dari berat total bahan baku yang akan dilebur. Setelah seluruh bahan ini mencair secara homogen diperiksa komposisinya, bila komposisi dari logam cair telah sesuai dengan yang diharapkan dan temperturnya telah mencapai temperatur yang diharapkan maka logam cair telah dapat dituang.

G. Pengujian Tarik

Sifat mekanik yang dipelajari adalah kekuatan tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik, tegangan luluh dan regangan pada bahan pembuatan

Kekuatan tarik merupakan kemampuan bahan untuk menerima beban tarik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan

mesin uji tarik *Servopulser Shimadzu* dengan cara menjepit sampel dengan kuat dan beban diberikan secara kontinyu sampai sampel tersebut putus. Sifat-sifat mekanis yang diharapkan untuk diketahui adalah kekuatan (tegangan) tarik, kekuatan luluh dan regangan dengan perhitungan menggunakan rumus [1-2]:

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_o} \dots\dots\dots (1)$$

σ_u : Tegangan Tarik (N/mm²)

P_u : Beban Tarik (KN)

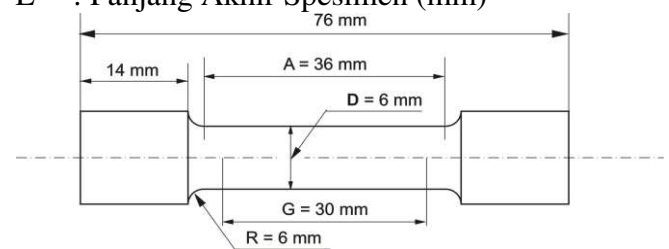
A_o : Luas Penampang Tarik Mula-mula (mm²)

$$\varepsilon = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

ε : Regangan (%)

L_o : Panjang Awal Spesimen (mm)

L : Panjang Akhir Spesimen (mm)



Gambar 8. Spesimen uji tarik

H. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dimaksudkan untuk mendapatkan data perubahan kekerasan dari bahan akibat adanya pengelasan. Pengujian dilakukan dengan mesin uji keras (*Vickers Hardness Testing Machine*) dengan cara melakukan penekanan pada sampel menggunakan penekan berbentuk piramida intan yang dasarnya bujur sangkar. Besarnya angka kekerasan dihitung berdasarkan persamaan [3]:

$$VHN = 1,854 \times \frac{P}{d^2} \dots\dots\dots (3)$$

VHN : Angka kekerasan Vickers (*Hardness Vickers Number*)

P : Beban yang digunakan (kg)

d : Diagonal indentasi (mm)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil Penelitian ini pada pembuatan spesimen dilakukan dengan proses pengecoran metode *die casting* atau menggunakan cetakan logam. Bahan yang digunakan adalah piston bekas dan aluminium profil. Proses pengecoran dilakukan dengan suhu cetakan yaitu: 200°C dan 400 °C. Logam coran dalam proses pengecoran ini dilebur dalam tungku peleburan dengan bahan bakar gas. Tungku ini hanya mempunyai satu ruangan yaitu daerah kruss untuk tempat mencairkan logam. Logam cair dan logam yang akan dicairkan terdapat dalam ruangan yang sama. Bagian atas dari tungku ini terbuka lebar, sehingga memudahkan pengisian logam yang akan dilebur. Proses peleburan pada logam, pertama memasukkan bahan baku aluminium bekas, kemudian kedua potongan-potongan piston bekas, dan langkah ketiga apabila benar-benar cair dengan sempurna barulah dimasukkan Ti-B. Setelah seluruh bahan logam mencair secara homogen, maka logam cair telah dapat dituang ke dalam cetakan seperti ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar 10. Dapur Peleburan sederhana

1) Data Spesimen

Pada pembuatan spesimen ini, untuk komposisi bahan peleburan yang digunakan dalam penelitian ini adalah;

Tabel 2. Komposisi bahan baku peleburan

Keterangan	Komposisi Pembuat Screw	Bahan
------------	----------------------------	-------

	Aluminium	Piston Bekas	Ti-B
%	40	60	2,5
Kg	0,8	1,2	0,05



Gambar 11. Cetakan logam untuk pembuatan spesimen uji

2) Data Spesimen

Kualitas suatu produk pengecoran itu dilihat dari proses saat penuangan logam cair sesuai dengan kondisi dan pencetakannya, semakin baik komposisi logam cair, semakin baik kualitas dari hasil cor nya.



Gambar 12. Benda hasil coran

3) Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan serta deformasi plastis yang terjadi pada spesimen paduan Al-(Al-Si) + Ti-B, dengan menggunakan suhu cetakan logam 200 °C dan 400°C untuk bahan pembuatan poros berulir (*screw*). Spesimen uji mengacu ASTM E8M, dengan alat uji *Universal Testing Machine*, dengan kapasitas alat maksimum 200 kN.

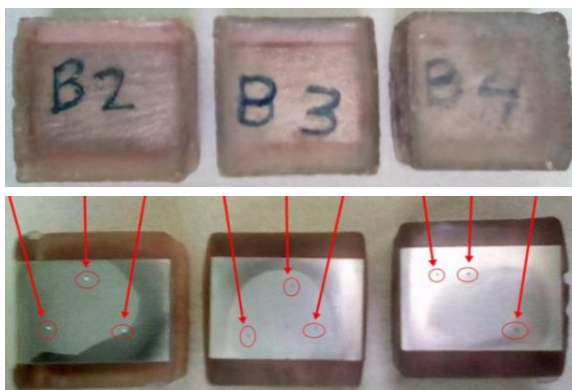
No.	Kode spes.	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(L ₀) (mm)	(L _f) (mm)	(ΔL) (mm)	P Max. (kN)	Reg. (ε) (%)	Teg. (σ _u) (MPa)
1	B.2 - a	12,51	4,03	49,81	50,05	0,24	8,06	0,48	159,87
2	B.2 - b	12,44	3,96	49,49	49,60	0,11	7,22	0,22	146,56
3	B.2 - c	12,33	3,99	49,46	49,77	0,31	6,78	0,63	137,81
4	B.3 - a	12,52	3,99	50,15	50,24	0,09	7,34	0,18	146,93
5	B.3 - b	12,64	3,97	49,51	49,91	0,40	4,33	0,81	86,29
6	B.3 - c	12,7	3,99	50,05	50,10	0,05	4,55	0,10	89,79
7	B.4 - a	12,45	3,87	50,06	50,51	0,45	5,31	0,90	110,21
8	B.4 - b	12,35	3,86	49,32	49,64	0,32	8,31	0,65	174,32
9	B.4 - c	12,59	3,84	49,71	49,87	0,16	6,79	0,32	140,45

Tabel 3. Hasil Pengujian Tarik

B. Pembahasan

Hasil pengujian tarik diatas dapat dilihat bahwa nilai rata – rata kekuatan tarik pada pemanasan suhu cetakan 200°C adalah 148,08 MPa, kemudian pada suhu pemanasan cetakan 400°C adalah 141,66 MPa. Data tersebut menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan cetakan dengan suhu 200°C pada hasil pengecoran aluminium paduan dengan penambahan 2,5% Ti-B menghasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan variasi pemanasan cetakan dengan 200°C pada hasil pengecoran aluminium paduan dengan penambahan 2,5% Ti-B dengan suhu 400°C.

Hasil pengujian kekerasan *Vickers* pada pembuatan poros berulir (*Screw*) menggunakan 9 titik, dengan alat uji *vickers hardness* dengan pembebanan 30 Kg.

Gambar 13. Spesimen uji kekerasan *vickers*

Berdasarkan data hasil uji kekerasan *vickers* pada tiga spesimen hasil peleburan yang telah ditambah unsur Ti-B sebesar 2,5% dapat dianalisis, yaitu:

1) Spesimen dengan variasi suhu cetakan 200°C.

Dari hasil pengujian kekerasan *vickers* yang telah dilakukan diperoleh harga kekerasan tertinggi 97,6 Kg/mm², sementara kekerasan terendah 92,6 Kg/mm² dan kekerasan rata-rata diperoleh 95,1 Kg/mm².

2) Spesimen dengan variasi suhu cetakan 400°C

Dari hasil pengujian kekerasan *vickers* yang telah dilakukan diperoleh harga kekerasan tertinggi 88,0 Kg/mm², sementara kekerasan terendah 82,7 Kg/mm² dan kekerasan rata-rata diperoleh 86,2 Kg/mm².

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian maksimum terjadi pada bahan paduan Al-Si dengan penambahan Ti-B 2,5 % pada pemanasan suhu cetakan 400°C menghasilkan tegangan tarik maksimum rata-rata sebesar 148,08 MPa. Sedangkan untuk pengujian kekerasan *vickers* menghasilkan angka kekerasan sebesar 97,6 Kg/mm².

VI. SARAN

Penelitian dengan menggunakan paduan aluminium ini, dapat dikembangkan untuk diaplikasikan pada beberapa komponen-komponen mesin yang lain selain pada poros berulir (*screw*).

DAFTAR PUSTAKA

ASM Handbook, 1992, Metallography and Microstructures, Volume 9, ASM International.

ASM Handbook, 1992, Sifat and Selection: Nonferrous Alloys and Special Purpose Materials, Volume 2, ASM International

ASM Handbook, 1992, Casting, Volume 15, ASM Internasional

Djarmiko E., dan Budiarto, Analisis Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Produk Paduan Al-Si Metode Squeezing Casting, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir IV, 2011.

Eva, Aziz Nur, 2012, Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Aluminium Paduan AL-SI-CU Dengan Menggunakan Cetakan Pasir, Laporan Tugas

- Akhir Fakultas Teknik UMS, Juli 2012, Surakarta.
- Damayanthi, T.L, 2011, Uji Lama Perebusan dan Lama Pengadukan Terhadap Kualitas Kedelai. Universitas Sumatera Utara.
- Hasim, 2002, Mesin Penggiling Kedelai Untuk Pembuatan Tempe. Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hidayat, Taufik, 2010, Bantalan Gelinding. <http://www.scribd.com> (diakses pada 23/02/2011, 11:30am)
- Hieronymus, B. S., 1993, SK Mentan No. 501/Kpts/TP.830/8/1984, tentang Teknologi Tepat Guna Pembuatan Tempe dan Tahu Kedelai. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ismanto, 2009, *Pulley Type V*. <http://gambar teknik.blogspot.com/2009/08/pulley-type-v.html> (Diakses 09/09/2013, 09:45am).
- Iswara, Padjar, 2010, Kedelai Setelah Satu Dekade. Majalah Tempo (19 Maret 2010).
- Jonathan, 2009, Sepuluh Tahun Bersama Tempe. Pos Kupang.
- Khurmi, R.S. J.K. Gupta. 2004. *A Textbook of Machine Design*. S.I. Units. Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd. New Delhi.
- Murata K., Ikehata H., 2006, *Studies on the Nutritional Value of Tempeh*, Journal of Food Science.